

**Е. В. Лим, А. Е. Коняхин, Д. Д. Мельникова**

Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет), г. Москва

faculty1@mail.ru

Научный руководитель — канд. техн. наук Т. Г. Ягудин

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АРГОНО-ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ ТИТАН — АЛЮМИНИЙ**

В работе рассматриваются области применения интерметаллидных алюминидных сплавов системы алюминий — титан путем исследования процессов наплавки неплавящихся электродов в среде аргона алюминиево-кремниевыми присадочными проволоками.

*Ключевые слова:* интерметаллидные соединения, алюминид титана, стратегические направления развития материалов, потенциал применения нового материала в промышленности.

**E. V. Lim, A. E. Konyakhin, D. D. Melnikova**

## **INVESTIGATION OF PROCESSES OF ARGONO-ARC WAVE OF INTERMETALLID ALLOYS OF TITAN — ALUMINUM SYSTEM**

In the paper, the areas of application of intermetallic aluminide alloys of the aluminum-titanium system are examined by studying the processes of surfacing non-consumable electrodes in an argon medium with aluminum-silicon filler wires.

*Key words:* intermetallic compounds, titanium aluminide, strategic trends of the materials development, potential of industrial application of new material.

**А**нализируя проведенные исследования взаимодействия титана с электродной проволокой марки АК5, можно сделать заключение, что геометрические параметры наплавленного пробного покрытия при выбранных режимах наплавки формировались стабильно, без отклонений, видимых дефектов поверхности не наблюдалось. Размеры наплавленного валика определяются значениями режимов наплавки.

Режимы наплавки определяют химический состав интерметаллидного наплавленного покрытия. Среднее арифметическое содержание алюминия в наплавленном покрытии в зависимости от режимов наплавки варьируется в пределах 10,0–37,68 %. Учитывая, что воздейство-

вать на формирование химического состава покрытия проще варьируя скоростью подачи присадочной проволоки, дальнейшие исследования проводили при постоянных значениях силы сварочного тока  $I = 270$  А и скорости наплавки  $V_n = 0,15$  м/мин.

С увеличением скорости подачи присадочной проволоки, содержание алюминия и кремния в наплавленном валике увеличивается вследствие увеличения весового расхода присадочной проволоки и уменьшения объема расплавленного основного металла титана. С уменьшением скорости подачи присадочной проволоки, содержание алюминия в наплавленном покрытии составило 10 %, кремния 0,5 %, а при скорости подачи проволоки 6 м/мин содержание алюминия находилось в пределах 40 %, кремния — около 4 % [1, 2].

Применение алюминиево-кремниевой проволоки вместо алюминиевой при наплавке незначительно снизило процент алюминия в наплавленном покрытии. Увеличение объема расплавленного основного металла объясняется более низкой теплоемкостью и теплопроводностью алюминиево-кремниевых сплавов. При этом снижается доля тепла, расходуемого на плавление и перегрев присадочной проволоки, и увеличивается доля тепла, вводимого в основной металл.

По поперечному сечению наплавленного покрытия наблюдается допустимая неравномерность химического состава металла покрытия. Среднее содержание алюминия и кремния уменьшается от поверхности валика и к границе сплавления титана — алюминия—кремния.

Исследование твердости наплавленного валика при использовании алюминиево-кремниевой присадочной проволоки показало увеличение значений по сравнению с применением алюминиевой. Максимальные значения твердости наблюдаются при содержании алюминия в пределах 20—25 % (рис. 1). Значение твердости доходит до 50 HRC, а при использовании алюминиевой присадки — не более 36 HRC [3].

Показатели максимальной износостойкости наблюдались в образцах с содержанием алюминия в покрытии 20—30 %. Параметры износостойкости исследуемых покрытий доходили до 9, что практически в 2,5 раза выше максимальных показателей износостойкости при использовании присадочной проволоки СвА5. Увеличение содержания алюминия снижает износостойкость, как и в случае использования присадочной проволоки СвА5 вследствие хрупкого выкрашивания интерметаллидного покрытия.

Склонность к образованию трещин при наплавке проволокой СвАК5 значительно не изменилась по сравнению с применением алюминиевой присадочной проволоки.

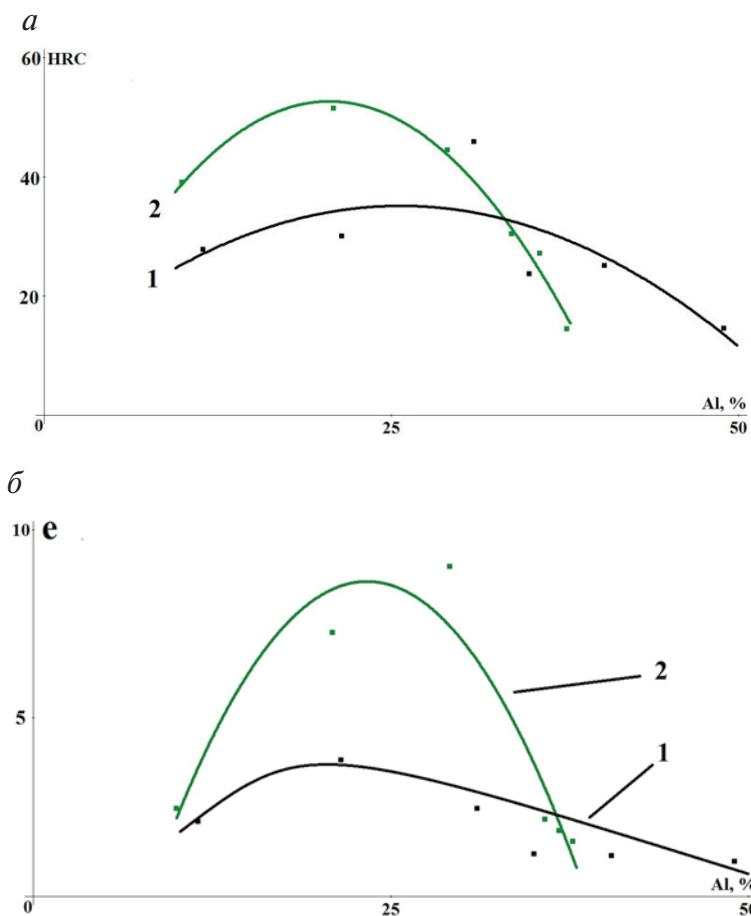


Рис. 1. Показатель твердости (а) и износостойкости (б) наплавленных покрытий при использовании:

1 — присадочной проволоки СвА5; 2 — присадочной проволоки Св АК5

С повышением содержания алюминия количество трещин на контролируемом участке увеличивалось при использовании как алюминиевой, так и алюминиево-кремниевой присадочной проволоки.

Проведенные исследования жаростойкости данных интерметаллидных сплавов показали, что, при выдержке в течение 1000 ч при температуре 800°C, потеря массы образца из чистого титана составляет более 26 %. Показатели потери массы наплавленных покрытий при наплавке с применением проволоки СвАК5 с содержанием алюминия 10–20 % по результатам химического анализа составляют не более 2,2 %, при содержании алюминия в пределах 20–29 % — не более 0,5 %, с содержанием алюминия 35–40 % — 15–20 %.

Потеря же массы образцов при наплавке присадочной проволокой СвА5 при содержании алюминия 10–29 % составляла 32–12 %. Минимальная потеря массы наблюдалась в образцах с содержанием алюминия 35–49 %. Различие в жаростойкости наплавленных образцов при использовании разных присадочных проволок связано с легированием кремнием интерметаллидных алюминидов системы титан — алюминий [4].

### **Выводы.**

1. Легирование кремнием наплавленных сплавов на основе алюминидов титана за счет использования алюминиево-кремниевых присадочных проволок позволяет повысить твердость, износостойкость и жаростойкость наплавленного металла.
2. Склонность к образованию трещин в процессе аргоно-дуговой наплавки алюминидов титана при легировании кремнием до 4 % значительно не изменяется.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : учебник для вузов. М. : МИСИС, 2005. 428 с.
- 2 Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : учебник для вузов. М. : МИСИС, 1999. 416 с.
- 3 Хокинг М., Васантасри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия. Получение, свойства и применение / пер. с англ. Э. М. Лазарева. М. : Мир, 2000. 516 с.
- 4 Соколов Г. Н., Лысак В. И. Наплавка износостойких сплавов на прессовые штампы и инструмент для горячего деформирования. Волгоград : ВолгТУ, 2005. 284 с.